

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-150754
 (43)Date of publication of application : 02.06.1998

(51)Int.CI. H02K 19/10
 H02K 1/27

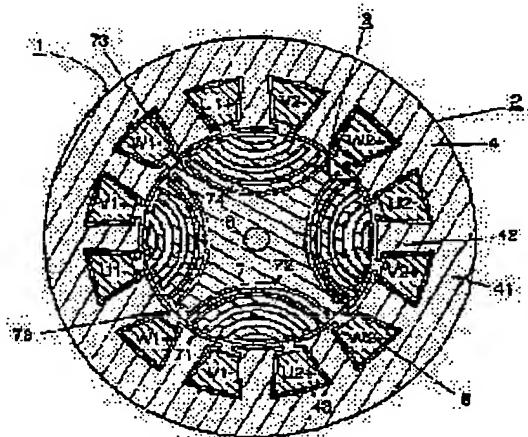
(21)Application number : 08-307963 (71)Applicant : HITACHI LTD
 (22)Date of filing : 19.11.1996 (72)Inventor : TAJIMA FUMIO
 MATSUNOBU YUTAKA
 KAWAMATA SHOICHI
 SHIBUKAWA SUETARO
 KOIZUMI OSAMU
 IZUMISAWA KATSUYUKI

(54) RELUCTANCE MOTOR AND MOTOR VEHICLE EMPLOYING IT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a small, lightweight and highly efficient reluctance motor.

SOLUTION: The reluctance motor 1 comprises a rotor 3 arranged with poles substantially at constant intervals, and a stator 2 including core teeth 42 applied with a stator winding 5 and a stator yoke section 41 constituting the flux channel of each pole. The rotor 3 has a plurality of slits 72 made from one pole toward an adjacent pole wherein the slit 72 has a large width on the air gap side and a small width on the opposite side.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-150754

(43) 公開日 平成10年(1998)6月2日

(51) Int. C1.⁶
H 02 K 19/10
1/27 501

F 1
H 02 K 19/10
1/27 501 A

審査請求 未請求 請求項の数6

O L

(全8頁)

(21) 出願番号 特願平8-307963

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(22) 出願日 平成8年(1996)11月19日

(72) 発明者 田島 文男

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式

会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 松延 豊

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式

会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 川又 昭一

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式

会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 高田 幸彦 (外1名)

最終頁に続く

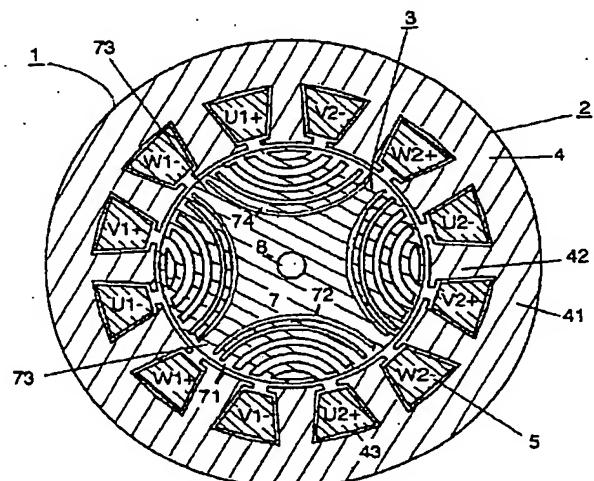
(54) 【発明の名称】リラクタンスマータ及びそれを用いた電動車両

(57) 【要約】

【課題】小形軽量、高効率のリラクタンスマータを提供する。

【解決手段】リラクタンスマータ1は、ほぼ等間隔に各磁極を有する回転子3と、固定子巻線5が巻回された鉄心歯部42と各磁極の磁束流路を構成する固定子ヨーク部41とを含む固定子2とを備えて、回転子3は、一つの磁極から隣接の磁極に向かって形成された複数本のスリット72を有し、かつ、該スリット72の幅を空隙側で大きく、反空隙側で小さくしたものである。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ほぼ等間隔に各磁極を有する回転子と、固定子巻線が巻回された鉄心歯部と前記各磁極の磁束流路を構成する固定子ヨーク部とを含む固定子と、を備えるリラクタンスモータにおいて、

前記回転子は、一つの前記磁極から隣接の前記磁極に向かって形成された複数本のスリットを有し、かつ、該スリットの幅を空隙側で大きく、反空隙側で小さくしたことを特徴とするリラクタンスモータ。

【請求項2】 請求項1において、前記スリットは、永久磁石を挿入保持していることを特徴とするリラクタンスモータ。

【請求項3】 ほぼ等間隔に各磁極を有する回転子と、固定子巻線が巻回された鉄心歯部と前記各磁極の磁束流路を構成する固定子ヨーク部とを含む固定子と、を備えるリラクタンスモータにおいて、

前記回転子は、一つの前記磁極から隣接の前記磁極に向かって形成された複数本のスリットと外周ブリッジと複数本のブリッジとを有するとともに、前記磁極中心に磁性体からなる磁極中心部を有し、かつ、前記ブリッジ及び前記磁極中心部の空隙側を前記外周ブリッジの部位にて連結した構成であって、

前記磁極中心部の空隙側の周方向幅 S_t を、前記外周ブリッジの半径方向の幅 $S_1, S_2, S_3 \dots$ の最大値 S_m より大きくしたことを特徴とするリラクタンスモータ。

【請求項4】 ほぼ等間隔に各磁極を有する回転子と、固定子巻線が巻回された鉄心歯部と前記各磁極の磁束流路を構成する固定子ヨーク部とを含む固定子と、を備えるリラクタンスモータにおいて、

前記回転子は、一つの前記磁極から隣接の前記磁極に向かって形成された複数本のスリットを有し、かつ、該スリットの形状を回転方向に対し非対称としたことを特徴とするリラクタンスモータ。

【請求項5】 請求項4において、前記スリットの回転方向の幅を小さく、反回転方向の幅を大きくしたことを特徴とするリラクタンスモータ。

【請求項6】 請求項1または請求項3または請求項4のいずれか1項記載のリラクタンスモータを用いたことを特徴とする電動車両。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、リラクタンスモータ及びそれを用いた電動車両に関する。

【0002】

【従来の技術】 電動車両に用いる電動機としては、小形軽量高効率であることが望まれる。小型化はモータを高速回転させることによって達成できる。以上の点より、電気自動車やバッテリーフォーク等の電動車両の駆動モータとしては、第1には永久磁石式、第2にはリラクタン

スを利用したブラシレスモータが最適である。特に、リラクタンスモータは高性能磁石を使った磁石モータに比較すると、効率、トルク等は落ちるが、フェライト磁石とはほぼ同等であり、かつ、特性の温度依存性や磁石の減磁等の問題がないという良い点があり、さらに、価格が安く実用的であるという利点がある。

【0003】 そして、従来技術としては、電気学会'96、6月号「スリット回転子を用いたフラックスバリア型リラクタンスモータの磁界解析と試作実験」で開示されている。

上記技術では、回転子を珪素鋼板等の磁性体を軸方向に積層する構造で、かつ、回転子の一つの磁極(または、突極とも呼称される)の中心よりから磁極の中心に向かって幾層もの非磁性のスリットを設ける構造が開示されている。このような構造によって、リラクタンスモータでもっとも重要なファクターとなる磁極中心(または、突極中心とも呼称される)のリラクタンス(X_d)と磁極間(または、突極間とも呼称される)のリラクタンス(X_q)との比 X_d/X_q を大きく、つまりモータの発生トルクを大きくできることが開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来技術では、磁極中心のリラクタンス(X_d)と磁極間のリラクタンス(X_q)との比 X_d/X_q を一般のリラクタンスモータに比べれば大きくなつたが、未だ不十分で、更に改善する必要があり、また、電気自動車用駆動電動機として使用する場合の高速運転時の機械強度の向上に課題がある。

【0005】 従って、本発明の目的は、上記した課題を解消して、小形軽量、高効率のリラクタンスモータ及びそれを用いた電動車両を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するリラクタンスモータの特徴は、ほぼ等間隔に各磁極を有する回転子と、固定子巻線が巻回された鉄心歯部と前記各磁極の磁束流路を構成する固定子ヨーク部とを含む固定子と、を備えるリラクタンスモータにおいて、前記回転子は、一つの前記磁極から隣接の前記磁極に向かって形成された複数本のスリットを有し、かつ、該スリットの幅を空隙側で大きく、反空隙側で小さくしたことがある。

【0007】 また、他の特徴は、前記回転子は、一つの前記磁極から隣接の前記磁極に向かって形成された複数本のスリットと外周ブリッジと複数本のブリッジとを有するとともに、前記磁極中心に磁性体からなる磁極中心部を有し、かつ、前記ブリッジ及び前記磁極中心部の空隙側を前記外周ブリッジの部位にて連結した構成であって、前記磁極中心部の空隙側の周方向幅 S_t を、前記外周ブリッジの半径方向の幅 $S_1, S_2, S_3 \dots$ の最大値 S_m より大きくした点にある。

【0008】 さらに、別の特徴は、前記回転子は、一つの前記磁極から隣接の前記磁極に向かって形成された複

数本のスリットを有し、かつ、該スリットの形状を回転方向に対し非対称としたところにある。

【0009】本発明によれば、回転子の一つの磁極より隣の磁極に向かう複数のスリットを設け、かつブリッジの幅を空隙側で大きく、反空隙側で小さくする構成により、磁極中心のリラクタンス(X_d)と磁極間のリラクタンス(X_q)との比 X_d/X_q を大きく、つまり発生トルクを大きくすることができる。

【0010】また、磁極中心部の空隙側の周方向幅 S_t を、外周ブリッジの半径方向の幅 $S_1, S_2, S_3 \dots$ の最大値を S_m より大きくすることにより機械的な強度を大きくし、高速回転に耐える構造とすることができる。

【0011】さらに、回転子の一つの磁極より隣の磁極に向かう複数のスリット(非磁性部)を設け、かつスリット形状を回転方向で非対称とすることによって、一層 X_d/X_q を大きくすることが可能である。

【0012】以上によって、小型軽量、高効率のリラクタンスマータを提供できる。また、これらを電動車両の駆動モータとして搭載する事により、高速回転に耐えうるために電動機を小型化でき、一充電走行距離を長くできる。また、トルクが大きいために加速性能のよい電動車両を提供することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照し説明する。図1は、本発明による一実施例のリラクタンスマータの要部断面を示す図である。図3のA-A断面を示している。図2は、図1のリラクタンスマータの回転子の部分拡大図である。図3は、図1のリラクタンスマータの全体を示す部分断面図である。図1～図3を同時に参照して説明する。ここでは、固定子として分布巻の巻線構造での一実施例について説明する。図において、リラクタンスマータ1は、固定子2と、回転子3と、エンドブラケット9とを含み構成される。

【0014】固定子2は、固定子鉄心4と固定子巻線5とを含み構成される。ここで、固定子鉄心4は、円環状のヨーク41と鉄心歯部42とからなり、鉄心歯部と鉄心歯部との間には、固定子巻線5を収納するスロット43が設けられている。一方、回転子3は、例えば珪素鋼板等の磁性体からなる回転子鉄心7とシャフト8とを含み構成される。そして、回転子鉄心7は周方向に複数本の同心円弧形状のスリット72を有する形状をしており、かつ、スリット72間にはブリッジ74が、スリット72と同様に同心円弧状に配置される。ここで、ブリッジ74は外周部を外周ブリッジ71によって図示(図2)のように連結されている。

【0015】即ち、回転子の遠心力に耐え、各ブリッジにて回転子鉄心がバラバラに分離しないような構造となっている。

【0016】なお、スリット72の内部は一般に空洞で

あり、非磁性材である空気で満たされている。また、スリット72の内部に、例えば、ワニスや合成樹脂などの非磁性材、アルミニウムのような非磁性導電材などを充填しても可である。

【0017】図2に示すように、回転子鉄心7の外周部は、外周ブリッジ71と、スリット72(72a, 72b, 72c, 72d, 72e)とブリッジ74(74a, 74b, 74c)とからなり、外周ブリッジ71およびブリッジ74は磁路を形成し、スリット72の部位は非磁路となっている。このスリット72を非磁性スリットとも呼称する。

一方、回転子鉄心7の磁極中心(または、突極中心)は、磁性体からなる磁極中心部73であり、磁路及び強度部材を形成している構成である。

【0018】図2において、外周ブリッジ71の幅寸法を s として、ブリッジ74a, 74b, 74c, 74dのそれぞれの幅寸法を t_1, t_2, t_3, t_4 とする。また、スリット72a, 72b, 72c, 72d, 72eのそれぞれの幅寸法を d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 とする。ただし、 d_5 は平均幅とする。

【0019】そして、 $d_1 < d_2 < d_3 < d_4$ または $d_1 < d_2 < d_3 < d_4 < d_5$ の関係にするものである。すなわち、非磁性スリットとしてのスリット72a, 72b, 72c, 72d, 72eの幅寸法を回転子3の空隙側(外周のエアギャップ側)に向かって大きく、回転子3の反空隙側(中心の反エアギャップ側)に向かって小さくするものである。尚、本実施例の場合は、 $t_1 = t_2 = t_3 = t_4 > s$ (または $t_1 = t_2 = t_3 = t_4 \leq s$)の関係ではあるが、本発明の目的である高効率化の点からは、後述するように、各ブリッジのそれぞれの幅寸法は上記関係に拘泥されるものではない。また、最外周のスリット72eの幅 d_5 は任意に選択されるものとする。

【0020】一方、回転子3は、回転子鉄心7に嵌挿したシャフト8を介して、エンドブラケット9に嵌挿したペアリング10にて回転可能に保持される構成である。ここでは、固定子鉄心4の外周にフレームが無い構成で示したが、必要によってはフレームを用いてもよい。回転子3のシャフト8上には、回転子3の位置を検出する磁極位置検出器PS、位置検出器Eが備えられている。

【0021】ここで、固定子巻線5のU相には $U1+, U1-, U2+, U2-, V$ 相には $V1+, V1-, V2+, V2-, W$ 相には $W1+, W1-, W2+, W2-$ がそれぞれ接続される。なお、添字の1は固定子巻線番号、+、-は固定子巻線5の巻き方向を示すものである。また、本実施例の場合は、4極の例が示されている。

【0022】図1に示すように、本実施例のリラクタンスマータの特徴は、回転子に当該回転子の一つの磁極(または、突極)より隣の磁極に向かう複数の非磁性スリットを設け、その非磁性スリットの幅寸法を回転子の外周側(エアギャップ側)に向かって大きく、回転子の中心側(反エアギャップ側)に向かって小さくするところにあ

る。エアギャップとは、回転する回転子が固定している固定子との間に形成される回転子外周の空隙である。また、回転子は、磁気的にはスリット72の存在によって磁極中心部73の磁気抵抗が小さく、磁極中心部間の磁気抵抗が大きくなり、いわゆる磁極性を示すことになり、磁極の中心は、磁極中心部73になる。本発明では、従来例の均等幅のスリット形状に対して、一つの磁極より隣接の磁極に向かう複数のスリットを設け、かつスリット部の幅を空隙側で大きく、反空隙側で小さくする構成としたことを特徴とする。これによって、磁極中心側にブリッジ74を寄せる構成としたものである。

【0023】次に、本発明のリラクタンスモータの原理について説明する。図4は、本発明によるリラクタンスマータの原理を示す図である。この図は、円形の回転子*

$$T \propto (X_d / X_q)$$

また、リラクタンス X_d 、 X_q は、それぞれ X_d 方向に固定子巻線起磁力をかけたときのインダクタンス L_d と、 X_q 方向に固定子巻線起磁力をかけたときのインダクタンス L_q とに比例する。従って、トルクは L_d / L_q に比例する。

$$L = N \cdot \Phi / I_a$$

ここで N : 固定子巻線の巻数

Φ : 磁束

I_a : 固定子巻線電流

(数2)式は、固定子巻線5の電流に対して発生磁束中を増加させることによって、インダクタンス L を増加させることを示している。そして、一般にリラクタンスマータにおいては、磁極中心のリラクタンス(X_d)と磁極間のリラクタンス(X_q)との比、 X_d / X_q を大きくすることが重要である。

【0027】便宜上、図4(a)においては、外周部のブリッジ(外周ブリッジ71)の影響を無視し、スリット(スリット72a, 72b, 72c, 72dおよび72e)の透磁率を0(零)とした場合の、空隙磁束密度分布を示した。従ってこの場合、外周ブリッジ71の磁束密度は零で、ブリッジ74にのみ磁束が通ると仮定したものである。

【0028】図4(a)に示すように、 X 方向では、明らかに従来方式のスリット72a, 72b, 72c, 72dの幅を等寸法に配置するよりも、本発明の方式のように、スリット72a, 72b, 72c, 72dの幅を空隙側で大きく反空隙側で小さくした方が、磁極中心側にブリッジ74が寄ることになり、固定子巻線起磁力の大きい方に位置する「回転子の磁性体であるブリッジ74が形成する磁路」の部分が多くなり、換言すれば、ブリッジ74が従来に比較して磁極中心側に移動し、それによって発生磁束量も増加するので、全体の磁束量は増加する。

【0029】この磁束量の増加によって、リラクタンスマータとしての X_d 方向のリアクタンス及びインダクタンスが増加する。一方、 X_q 方向に関しては、上記の反対に作用し、従来方式に対して本発明の方式の X_q 方向のリアクタンス及びインダクタンスは減少する。これに

* 2を周方向に平面に展開した例で示している。図4(a)には、 X_d 方向に、図4(b)には、 X_q 方向に、それぞれの固定子巻線5の固定子巻線起磁力を加えた場合の、空隙磁束密度分布を示している。ここで、 X_d 方向とは磁極中心部73の中心方向(磁極中心の方向)、 X_q 方向は、隣接する磁極中心部73同士の中間の方向(磁極間の方向)を指している。

【0024】一般に、リラクタンスマータのトルク T は、 X_d 方向に固定子巻線起磁力をかけたときの磁極中心の方向に発生するリラクタンス X_d と、 X_q 方向に固定子巻線起磁力をかけたときの磁極間の方向発生するリラクタンス X_d との比、 X_d / X_q に比例する。

【0025】

(数1)

* q に比例する。

【0026】一般に、インダクタンス L (L_d および L_q)は次式で表される。

(数2)

よって、リラクタンスマータのトルク特性の指標である比 X_d / X_q 及び L_d / L_q は従来方式に比較して、本発明の方式の方が改善されて、効率の良い小型軽量のリラクタンスマータとすることが可能である。

【0030】図5(a)は、本発明による他の実施例のリラクタンスマータの要部断面を示す図である。ここで、図1と同一符号は同一構成を示すものとする。図5(b)は、その要部拡大図を示す図である。本実施例のリラクタンスマータの特徴は、構造が強固となり高速回転に適していることにある。すなわち、本発明の実施例で示したようにスリット72を設けると電気的な特性改善を行うことはできるが、回転子の機械的な強度が低下する虞れがあり、本来のリラクタンスマータの長所を失うことになるので、このスリット72を有するリラクタンスマータの機械的な強度の改善を図るものである。本実施例では、リラクタンスマータ1の磁極中心を構成する磁極中心部73の磁気回路の幅を、磁極中心部73を除くスリット72やブリッジ74の非磁性スリット部を形成した磁極外周部の幅よりも大きく構成するものである。

【0031】図5(b)において、スリット72の外周端に位置する外周ブリッジ71の幅をそれぞれのスリット72の位置に応じて、図示のようにS1, S2, S3, S4, S5で表すものとする。ここで、これらのS1, S2, S3, S4, S5のうちの最大値をSmと定義する。そして、磁極中心部73の周方向幅をStとしたとき、本発明では $S_t > S_m$ としたことを特徴とする。

【0032】このように、磁極中心部73の周方向幅 S_t を広くすることによって、図4で説明した原理によって電気的な特性を改善しつつ、回転子3の機械的な強度を確保することができる。

【0033】すなわち、円弧形状のブリッジ74の長さ寸法が徐々に大きくなる構成とすることにより、磁極間に位置するブリッジ74にかかる遠心力が徐々に大きくなるにしたがって、当該遠心力を受ける外周ブリッジ71の幅を徐々に大きし、応力を磁極中心部73側に伝えて、ブリッジ全体としての強度を高めるものである。以上の構成によって、高速回転までの機械的な強度が確保でき、小型軽量のリラクタンスマータを提供することができる。

【0034】図6は、本発明による別の実施例のリラクタンスマータの要部断面を示す図である。ここで、図1と同一符号は同一構成を示すものとする。本実施例では、d軸のリアクタンスを減少させるために、回転子3の外周側(最外周)にあった外周ブリッジ71の一部を、図6に示すように、回転子3の中心側(内側)へ移動した構造である。具体的には、スリット72bとスリット72dに対応した外周ブリッジ71b, 71dが最外周部位から内側部位へ移動している。

【0035】これによって、q軸の固定子巻線5の起磁力によって発生する磁束は、外周ブリッジ71b, 71dを通過する必要があるために、迷路のような全長の長い磁路となり、磁気抵抗が大きくなる。これは発生磁束量を低減しq軸のリアクタンスを減少せしめ、リラクタンスマータとしての特性を向上させることに繋がるものである。

【0036】図7は、本発明によるもう一つ別の実施例のリラクタンスマータの要部断面を示す図である。ここで、図1と同一符号は同一構成を示すものとする。リラクタンスマータにおいては、トルク/電流を最小化するためには、固定子巻線5の巻線起磁力を、磁極磁極中心より約45度進んだ位置にかけることによって達成できる。従って、空隙部の磁束密度分布は、磁極中心より45度進んだ位置で最大となる。図1～図6に示した実施例では、スリット幅はほぼ同一であるが、図7における実施例では、上記の「磁極中心より45度進んだ位置で最大となる」という特性に合わせて、「磁極中心より回転方向に進んだ位置のスリット72の幅T1を、図示のように回転方向に遅れた位置のスリットT2より小さくしたことを特徴とする」換言すれば、回転子は、一つの磁極から隣接の磁極に向かって形成された複数本のスリットを有し、かつ、該スリットの形状を回転方向に対し非対称としたものである。例えば、スリットの回転方向の幅を小さく、反回転方向の幅を大きくして非対称としたものである。以上の構成によって、磁路を形成するブリッジ74の幅のスリット72に占める割合を変えることによって、効率的な構成にすることができるものである。尚、上記実施例ではスリット72の幅を変える構成を示したが、ブリッジ74の幅を変えることによっても、目的は達成できる。

【0037】さらに、図7における実施例のリラクタ

ンスマータにおいては、最中心側(最内周部)のスリット72aまたは近傍のスリット72bの内部に永久磁石6を挿入する構成を示している。本構成であれば、スリット72a内の永久磁石6による遠心力の増加を最小限に押さえつつ、q軸に発生する磁束を効果的に抑制することができる。さらに、永久磁石6の強度が強ければ、永久磁石6による磁束は、積極的なトルク発生を生じ、小型軽量の回転電機とすることができる。一方、最外周側(最外周部)のスリット72eまたは近傍のスリット72dに永久磁石6を入れることによって、最小の磁石量にて、q軸に発生する磁束を抑制することもできる。

【0038】一方、内周側のスリット72に永久磁石6を挿入することによって、永久磁石6の断面を広くすることができる。これは永久磁石の磁束を大きくして発生トルクを増加させることができる。なお、図中のスリット72に永久磁石6を挿入すると、モータ特性を向上させて、大きなトルクを発生するのは、q軸による磁束(d軸によるモータトルクに対してブレーキとして作用)を永久磁石磁束によって低減させる効果と、かつ永久磁石による磁束によって積極的にトルクを発生させる両方の効果によって、大きな発生トルクが得られるからである。なお、上記永久磁石はスリット72のいずれの個所に挿入しても良いことは言うまでもないことがある。

【0039】以上の各実施例では、分布巻構造のリラクタンスマータについて説明したが、集中巻構造のリラクタンスマータでも適用可能である。また、電動機だけでなく発電機でもよく、外転型、内転型回転子を用いたリラクタンスマータにも適用可能である。また、回転電機にのみならずリニアモータ等への適用も可能である。

【0040】

【発明の効果】本発明によれば、小形軽量、高効率のリラクタンスマータ及びそれを備えた電動車両を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による一実施例のリラクタンスマータの要部断面を示す図である。

【図2】図1のリラクタンスマータの回転子の部分拡大図である。

【図3】図1のリラクタンスマータの全体を示す部分断面図である。

【図4】本発明によるリラクタンスマータの原理を示す図である。

【図5】本発明による他の実施例のリラクタンスマータの要部断面を示す図である。

【図6】本発明による別の実施例のリラクタンスマータの要部断面を示す図である。

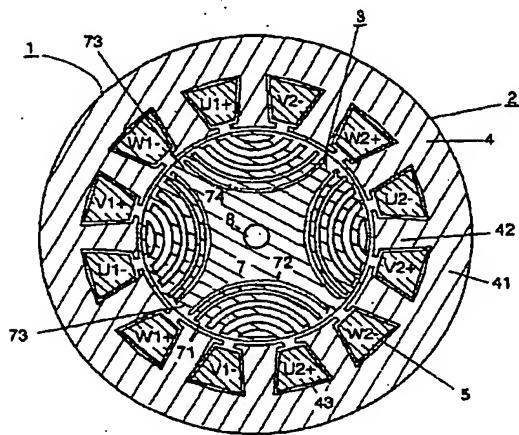
【図7】本発明によるもう一つ別の実施例のリラクタンスマータの要部断面を示す図である。

【符号の説明】

1…リラクタンスマータ、2…固定子、3…回転子、4…固定子鉄心、5…固定子巻線、6…永久磁石、7…回転子鉄心、8…シャフト、9…エンドブラケット、10…ベアリング、41…固定子ヨーク部、42…鉄心歯部、43…スロット、71…外周ブリッジ、72…スリット、73…磁極中心部、74…ブリッジ

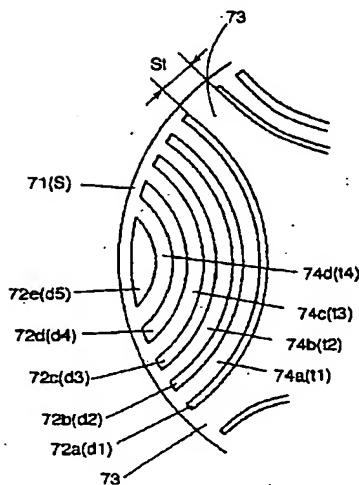
【図1】

図1



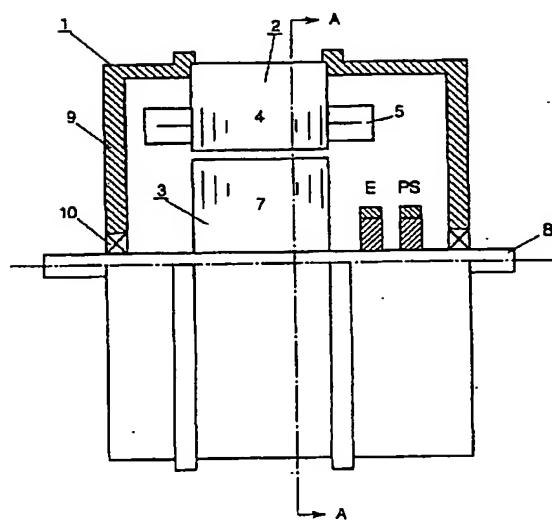
【図2】

図2



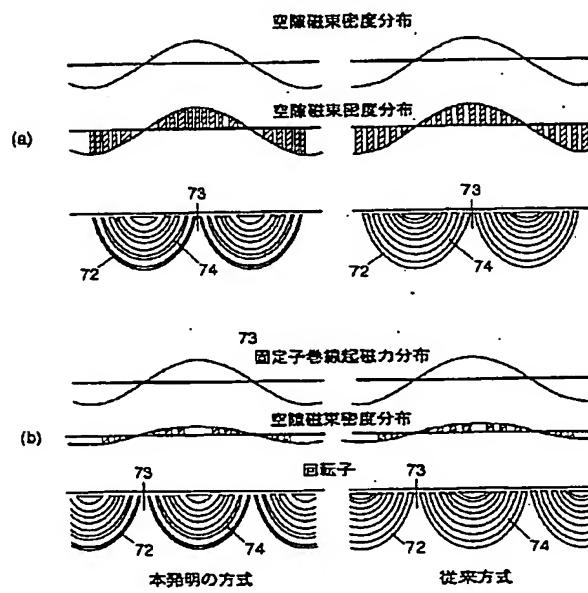
【図3】

図3



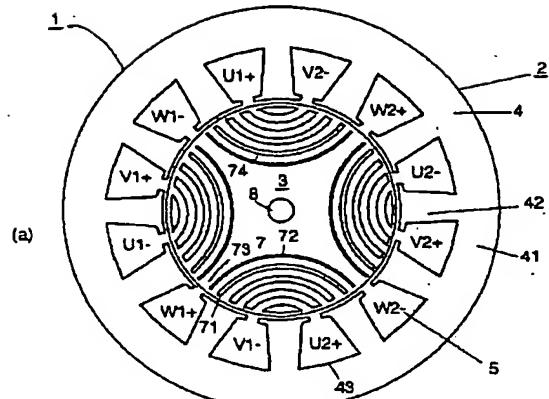
【図4】

図4



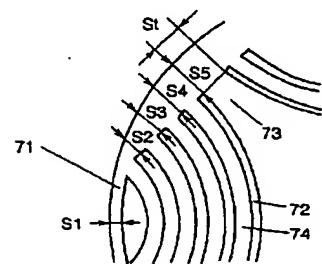
【図5】

図5



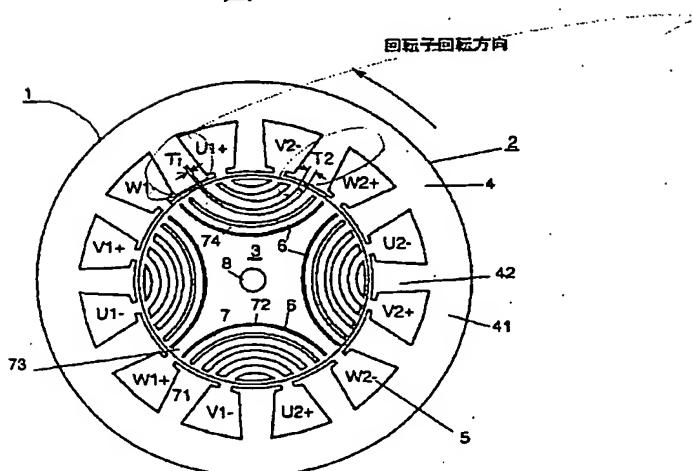
(a)

(b)



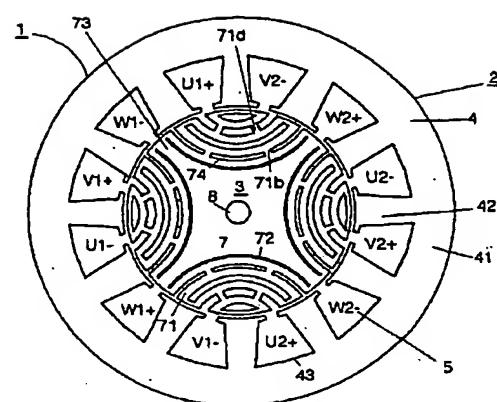
【図7】

図7



【図6】

図6



フロントページの続き

(72)発明者 渋川 末太郎
茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株
式会社日立製作所自動車機器事業部内

(72)発明者 小泉 修
茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株
式会社日立製作所自動車機器事業部内

(72)発明者 和泉沢 克幸
茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株
式会社日立製作所自動車機器事業部内